



Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente

Convocatoria 2015

Nº 168

**Material audiovisual para la aplicación de la técnica de representación  
estereográfica en Ingeniería Geológica**

Martín Jesús Rodríguez Peces

Facultad de Ciencias Geológicas

Departamento de Geodinámica

## **1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto**

Una de las tareas fundamentales para la resolución de problemas en Ingeniería Geológica es la representación gráfica de las distintas estructuras geológicas. En particular, los planos de discontinuidad presentes en un macizo rocoso y sus intersecciones con los taludes de una obra son los elementos básicos a representar espacialmente con objeto de evaluar la estabilidad y seguridad de dichos taludes.

La técnica de la proyección estereográfica, que consiste en la proyección de líneas y planos orientados mediante una falsilla (Figura 1), permite visualizar los datos tomados en campo, determinar el número de familias de discontinuidades y sus relaciones angulares con respecto a los taludes de la obra. Esta técnica requiere de un adiestramiento básico en el que se adquieren las capacidades necesarias para su apropiada utilización y posterior resolución de problemas geológicos y geotécnicos. Dicho adiestramiento se realiza en las clases presenciales en las que el profesor describe de manera detallada los diferentes pasos a seguir, destinando para ello un número importante de horas lectivas. Además, la mayor parte de la literatura referente al aprendizaje de esta técnica se encuentra en inglés, lo que puede dificultar el autoaprendizaje.

Con el objetivo de agilizar este proceso de adiestramiento, en el 2013 se solicitó el Proyecto nº 8 titulado “Material audiovisual para el aprendizaje del manejo de la técnica de representación estereográfica en Geología Estructural e Ingeniería Geológica”. Este proyecto permitió generar 7 vídeos cortos (< 5 min) en los que se explican en español de manera detallada las técnicas de representación estereográfica y su utilización en la resolución de problemas geológicos. Además, los vídeos incorporan datos de campo de estructuras geológicas con valor didáctico y bloques diagrama que facilitan la visualización 3D de las mismas. Estos videos se pueden visualizar a través de internet en el Campus Virtual UCM y en YouTube (Figura 2), y sirven de refuerzo en la formación de los estudiantes que pueden reproducir los vídeos tanto antes como después de la explicación del profesor en clase.

Sin embargo, por cuestiones de tiempo, el proyecto sólo pudo terminar los videos correspondientes a las técnicas básicas de uso de la proyección estereográfica en Geología Estructural (representación de líneas y planos, así como sus relaciones angulares).

Partiendo de estos antecedentes, el presente proyecto pretende relanzar y completar el proyecto anterior, generando información audiovisual moderna y atractiva que facilite a los estudiantes nuevas maneras de aprendizaje de técnicas de representación espacial

para su utilización en la resolución de problemas de Ingeniería Geológica relacionados con el análisis de estabilidad de taludes en macizos rocosos.

De esta manera se facilita el aprendizaje por medio de dos aspectos fundamentales:

- por un lado, el estudiante puede reproducir los vídeos cuantas veces sea necesario para asegurar el aprendizaje de la técnica, que además irá apoyada por las imágenes de campo de interés didáctico y las representaciones de bloques diagrama en 3D para un mejor entendimiento de las estructuras analizadas y del problema planteado.

- por otro lado, y más importante desde el punto de vista docente, el estudiante puede acudir a las clases presenciales con unos conocimientos ya adquiridos de la técnica de representación, por lo que las clases se podrán destinar a la resolución de dudas, al contraste de ideas entre estudiantes y profesor, al debate y discusión de problemas más complejos, etc. Este aspecto es de especial relevancia en las directrices de aprendizaje del EEES.

## **2. Objetivos alcanzados**

De los objetivos propuestos inicialmente en el proyecto, debido principalmente al retraso en la resolución de la concesión de los proyectos y al importante recorte en la financiación de los mismos (50 % de la cantidad solicitada a pesar de recibir la mejor puntuación de los proyectos presentados en el área de Ciencias), sólo han podido realizarse las tareas relacionadas con la definición del número y contenido de los videos, la redacción de los guiones técnicos, la selección y grabación de las tomas de exteriores y la grabación de bloques diagrama en 3D de los problemas planteados.

La grabación de las tomas de estudio, que requieren una mayor dedicación y disponibilidad por parte del personal involucrado, ha quedado fuera del periodo de ejecución del proyecto. Actualmente se encuentran prácticamente terminadas estas grabaciones. Queda pendiente la edición y montaje, y posterior difusión de los videos en internet. Estas tareas están en desarrollo y se terminarán a lo largo del curso.

### 3. Metodología empleada en el proyecto

En primer lugar, se discutió y definió el número de vídeos y su temática concreta. A continuación, se realizaron los guiones literarios y técnicos de cada vídeo. En el primer caso se detalló tanto lo que se oye como lo que se ve, mientras que en el segundo contiene desglosados las escenas y los planos con indicaciones técnicas precisas sobre el encuadre, la posición de la cámara, el sonido o la iluminación. Una vez confeccionados los guiones, se comenzó la grabación en alta definición (1920x1080 píxeles) de los tres tipos de material audiovisual que incluye cada vídeo:

- a) grabación en estudio del manejo de la falsilla estereográfica mediante planos cenitales de detalle sobre el escritorio hasta completar la resolución de un problema.
- b) grabación desde el ordenador de bloques diagrama en 3D mediante la aplicación Visible Geology (<http://app.visiblegeology.com/>) y los programas de RocScience (<https://www.rocscience.com/products/overview>). Estos serán grabados con programas de captura de pantalla en vídeo (software libre Kazam).
- c) grabación de afloramientos de campo con interés didáctico (previa selección de estructuras y localizaciones) que servirán para dar sentido geológico a la representación abstracta y para plantear problemas reales que motiven al estudiante a su resolución.

El equipo utilizado ha constado de los siguientes componentes: cámara digital de vídeo de alta definición Sony Handycam HDR-XR105, trípode portátil, micrófono externo Zoom H2n y reflector de luz Delamax 8 en 1 para exteriores.

Tras las grabaciones se ha realizado un proceso de montaje y edición del sonido mediante el software gratuito Audacity, y de los vídeos mediante el software iMovie. En este proceso se realiza la sincronización de imagen y audio, la incorporación de rótulos explicativos, el montaje de escenas consecutivas o superpuestas, la incorporación de créditos e imágenes corporativas.

Los vídeos terminados serán subidos para su visualización a través de internet en dos canales principales:

- el Campus Virtual de la UCM. Se incorporarán a las asignaturas donde sean de utilidad de los grados en Geología e Ingeniería Geológica y del Máster en Ingeniería Geológica.
- el canal StereoVideo de YouTube, creado en el proyecto anterior (<http://www.youtube.com/channel/UChCLOnkQ8STfJ5HCOdtZakQ>), que presenta una serie de ventajas: gratuidad, interfaz de fácil manejo, facilidad de búsqueda en Google, acceso a nivel mundial. Además tiene la posibilidad de introducir comentarios y recibir *feedback* de todos los usuarios, que junto con las potentes herramientas de seguimiento (número de visionados, lugar, enlace utilizado) será de gran ayuda a la hora de optimizar el material didáctico en el futuro.

Por último, la difusión del material docente generado se realizará tanto en las clases presenciales, como en las web de la facultad y de los departamentos, así como a través de las redes sociales más populares (Facebook, Twitter, Google+).

#### **4. Recursos humanos**

El grupo de trabajo está compuesto principalmente por profesores del Departamento de Geodinámica de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid. Estos profesores son en su mayoría los responsables de las diferentes asignaturas relacionadas con la Ingeniería Geológica, a cuyos estudiantes va destinado el material didáctico a desarrollar en el proyecto.

Todos los miembros del equipo participaron en las reuniones iniciales en las que se discutió y definieron el número y contenido de los videos, así como en la selección de afloramientos de campo para las grabaciones de exteriores. Los profesores participantes fueron:

Martín Jesús Rodríguez Peces  
Juan Miguel Insua Arévalo  
Pedro Castiñeiras García  
José Antonio Álvarez Gómez  
Julián García Mayordomo  
David Jiménez Molina  
Rosa Tejero López  
Meaza Tsige Beyene  
José Jesús Martínez Díaz

Martín Jesús Rodríguez Peces, como responsable del proyecto, estuvo involucrado en las tareas de coordinación de los diferentes miembros del grupo, así como en la gestión de recursos económicos y de carácter administrativo. En cuanto a las tareas específicas, participó en la elaboración de los guiones de los vídeos, en la grabación tanto de los vídeos de estudio como en los de exteriores y en la creación de modelos en 3D y su grabación con el capturador de pantalla.

Juan Miguel Insua Arévalo, Coordinador del Máster en Ingeniería Geológica, fue el responsable del proyecto precedente, por lo que participó como asesor en la elaboración de los guiones de los vídeos y en la grabación tanto de los vídeos de estudio como en los de exteriores. Participó también en las tareas de montaje y edición, así como en las de difusión a través de internet gestionando el canal en YouTube.

Pedro Castiñeiras García participó en la elaboración de los guiones de los vídeos y se encargó principalmente del manejo del equipo de grabación y organizará las tareas de filmación, tanto en estudio como en exteriores. Además, se encargó del montaje y edición de los vídeos.

José Antonio Álvarez Gómez se centró en la creación de modelos en 3D y su grabación con el capturador de pantalla, así como de la banda sonora de los videos.

Además, el grupo está integrado por dos profesores asociados (Julián García Mayordomo y David Jiménez Molina) que, además de impartir varias asignaturas relacionadas con el presente proyecto, aportaron su experiencia profesional en el ámbito empresarial.

## **5. Desarrollo de las actividades**

El inicio del proyecto estaba previsto para el mes de abril, pero la resolución de concesión del proyecto se produjo el 15 de julio. Esto redujo considerablemente el tiempo disponible para realizar todas las tareas del proyecto. De los 8 meses previstos, se quedó en unos escasos 3 meses.

En septiembre se realizó la primera reunión del equipo de profesores en la que se definió el contenido de 7 potenciales vídeos. Dado el escaso tiempo se decidió realizar sólo 4 videos que cubrieran los aspectos más importantes del análisis de estabilidad en un macizo rocoso. El resto de videos se dejaron pendientes para una posible ampliación, si el tiempo lo permitiese.

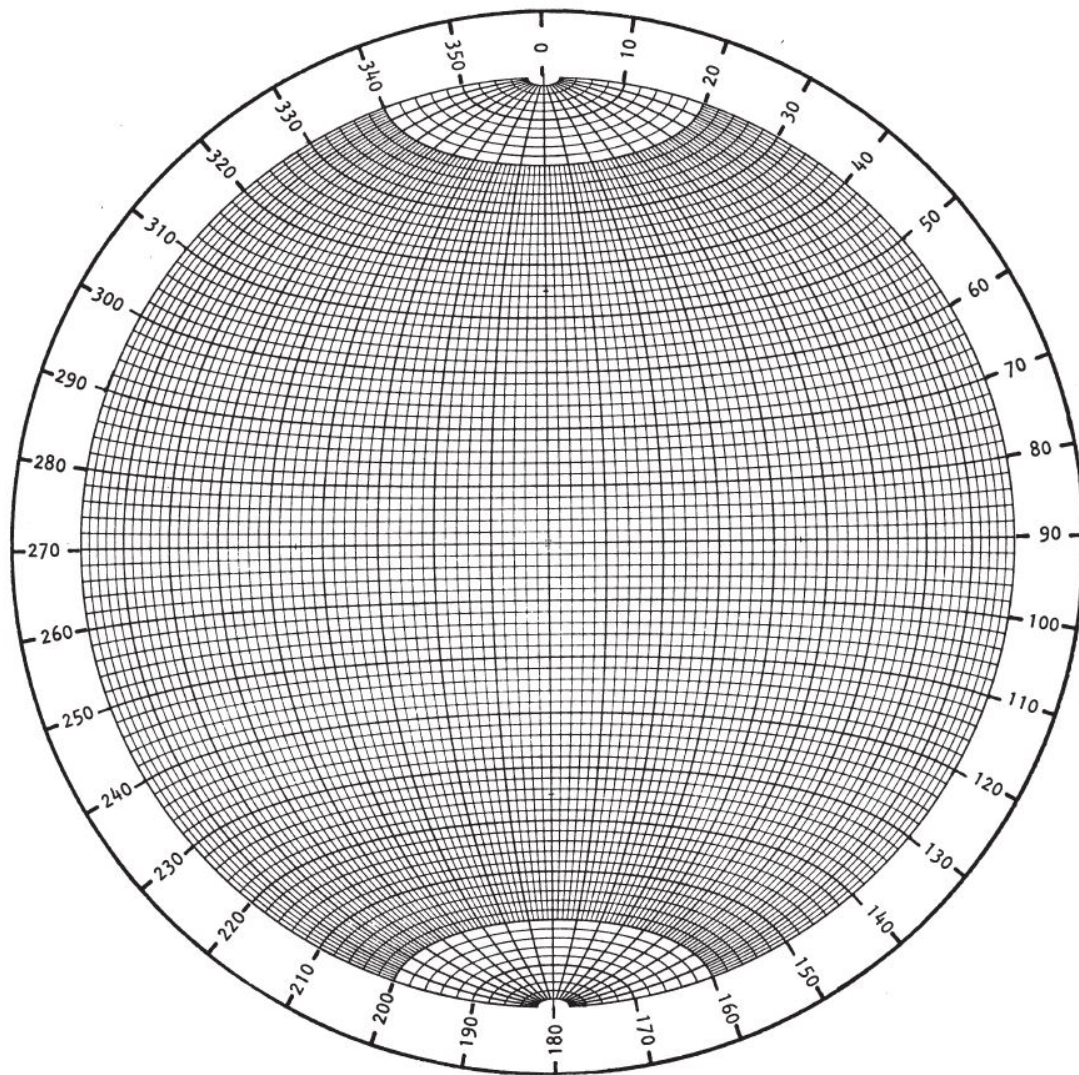
Durante septiembre y octubre se desarrollaron los guiones detallados de los 4 videos que se definieron:

- 1) Introducción a la resolución de problemas en Ingeniería geológica mediante la representación estereográfica.
- 2) Análisis cinemático de estabilidad para rotura plana.
- 3) Análisis cinemático de estabilidad para rotura por cuña.
- 4) Análisis cinemático de estabilidad para rotura por vuelco.

A finales de octubre se realizó una serie de grabaciones en exteriores con objeto de incluir ejemplos reales de macizos rocosos que mostraran los problemas planteados en cada uno de los videos. En base a estos ejemplos, en noviembre se crearon los modelos 3D para su grabación mediante el capturados de pantalla (Figura 3).

Finalizado el plazo de ejecución del proyecto, no ha dado tiempo para filmar los vídeos en estudio. A pesar de ello, este proceso se prolongará durante los meses siguientes junto con la edición y montaje de los videos que comenzará en cuanto se empiecen a terminar con las tomas de estudio. Una vez estén acabados los vídeos completos, se comenzará la difusión a través de internet.

## 6. Anexos



Falsilla estereográfica de Schmidt  
Equiareal



<http://www.youtube.com/user/geostereovideo>



Universidad  
Complutense  
Madrid

Falsilla estereográfica tomada de Hoek & Bray (1977)

Figura 1. Falsilla de proyección estereográfica empleada en el proyecto.



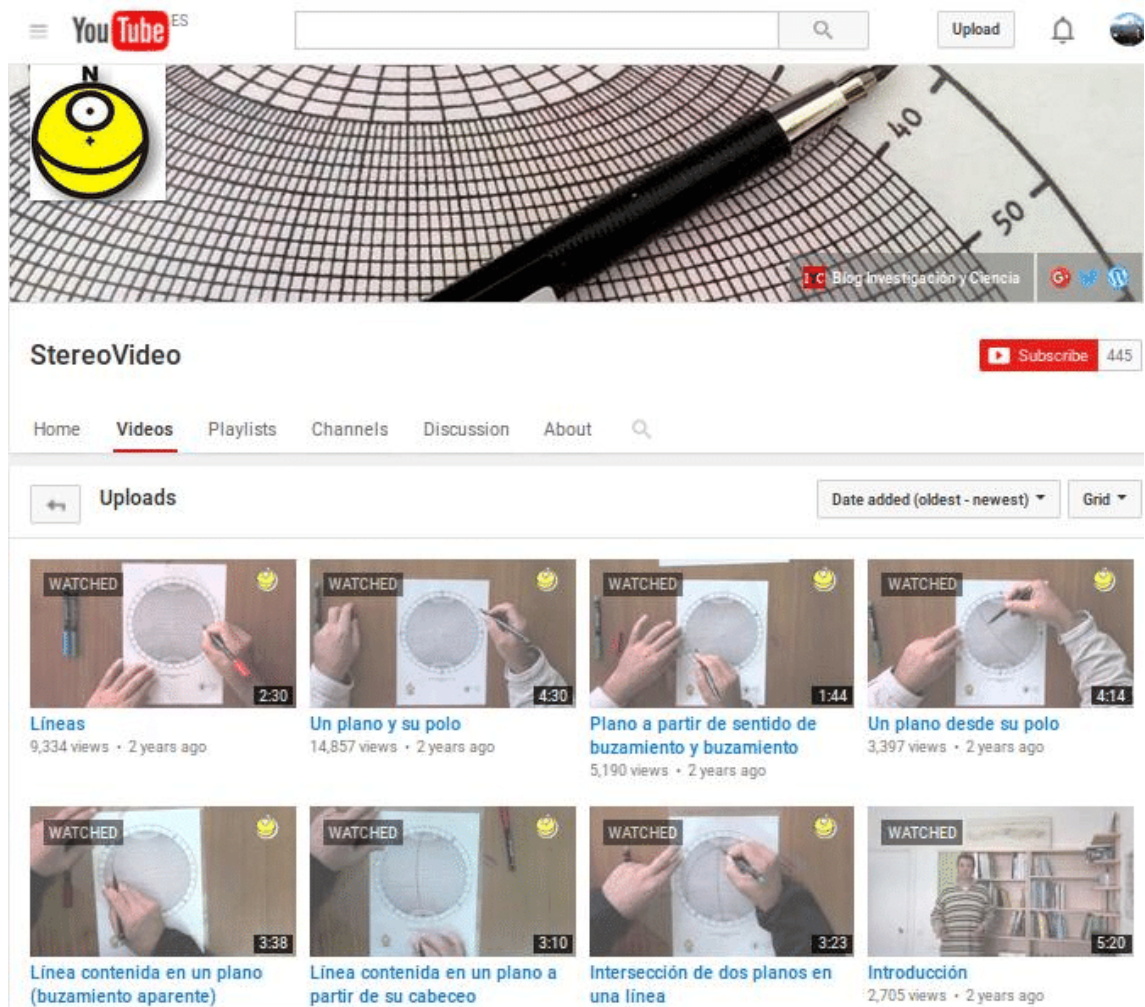


Figura 2. Vista del canal StereoVideo en YouTube con los ocho vídeos disponibles en la actualidad. Cada vídeo incluye una descripción detallada de su contenido disponible en el canal (<https://www.youtube.com/user/geostereovideo>).

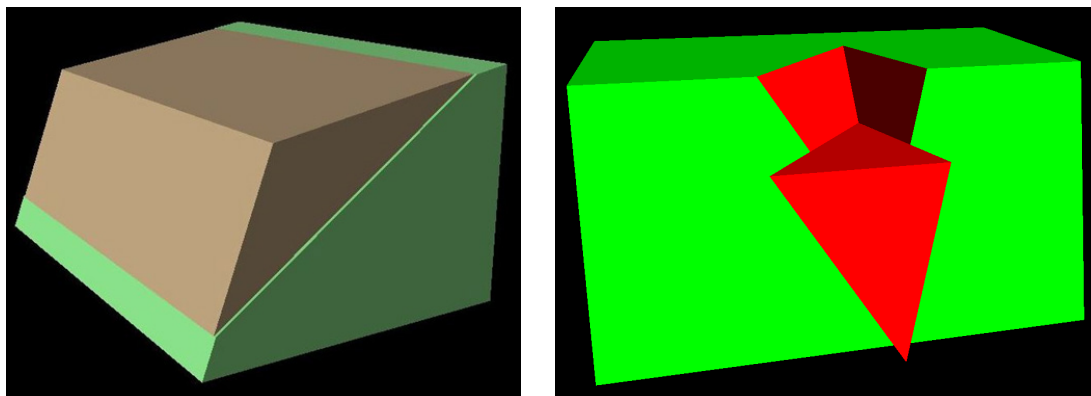


Figura 3. Diagramas en 3D empleados en los videos. Izquierda: análisis de una rotura plana en un talud generado mediante RocPlane. Derecha: análisis de una rotura por cuña en un talud generado mediante Swedge.